

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-155339

(43)Date of publication of application : 28.05.1992

(51)Int.Cl. G03F 1/08  
H01L 21/027  
H01L 21/302

(21)Application number : 02-280050

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.10.1990

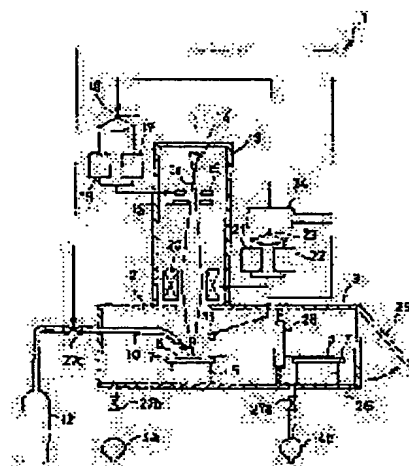
(72)Inventor : KOIZUMI YASUHIRO

## (54) PATTERN CORRECTION METHOD AND ITS DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enhance the throughput of pattern fault correction as well as to enhance accuracy by chemically etching the surface of a substrate to be corrected by the use of reactive gas activated by the focusing ion beams of low accelerated voltage.

**CONSTITUTION:** Evacuating is kept on until a vacuum chamber 2 and a reserve exhaust chamber 3 are under the specified degree of vacuum, and a photo mask 6 is rested on a XY table 5. In the second place, ion beams IB is accelerated by the high accelerating voltage of 25keV, and its beam diameter is throttled so as to be less than  $0.2 \mu\text{m}$  while the black spot fault 9 of the photo mask 6 is being irradiated, so that the fault 9 is thereby removed. Following which, the accelerating voltage of the ion beams IB is lowered down to 15keV, the beam diameter is concurrently enlarged, and reactive gas composed of carbon fluoride is then applied to the surface of the photo mask 6. By this constitution, a glass substrate to be corrected is chemically etched, ion source metals are thereby removed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

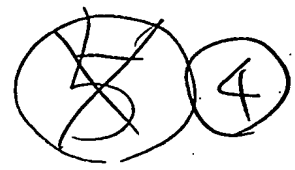
[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-155339

⑮ Int.Cl.<sup>5</sup>

G 03 F 1/08  
H 01 L 21/027  
21/302

識別記号

T 7369-2H

N 7353-4M  
7013-4M  
7352-4M

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)5月28日

H 01 L 21/30 3 5 1  
3 0 1 W

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全5頁)

⑭ 発明の名称 パターン修正方法および装置

⑰ 特 願 平2-280050

⑱ 出 願 平2(1990)10月18日

⑲ 発 明 者 古 泉 裕 弘 東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社日立製作所武蔵工場内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 筒井 大和

明 細 書

1. 発明の名称

パターン修正方法および装置

2. 特許請求の範囲

1. 所定のパターンを形成した試料の表面に集束イオンビームを照射してパターン修正箇所をスパッタエッチングするパターン修正方法であって、パターン修正後、集束イオンビームの加速電圧を下げるるとともに試料の表面に反応ガスを供給し、前記集束イオンビームの照射により活性化された反応ガスを用いて前記修正箇所の試料表面をエッチングすることを特徴とするパターン修正方法。

2. パターン修正後、集束イオンビームのビーム径を拡大することを特徴とする請求項1記載のパターン修正方法。

3. 反応ガスとして、フッ化炭素系ガスを用いることを特徴とする請求項1記載のパターン修正方法。

4. 所定のパターンを形成した試料の表面に集束

イオンビームを照射してパターン修正箇所をスパッタエッチングするパターン修正装置であって、集束イオンビームの加速電圧を交換する加速電圧交換手段と、試料の表面に反応ガスを供給する反応ガス供給手段とを備えていることを特徴とするパターン修正装置。

5. フォトマスクのパターン欠陥を修正する集束イオンビーム装置であることを特徴とする請求項4記載のパターン修正装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、パターン修正技術に関し、特に半導体集積回路装置の製造工程で使用するフォトマスクの欠陥修正に適用して有効な技術に関するものである。

〔従来の技術〕

半導体集積回路装置の製造工程で使用するフォトマスク(レチクル)のパターン欠陥には、大別して黒点欠陥(ピンドット、突起などのクロム残り)と白点欠陥(ピンホールなどのパターン欠け

とがある。黒点欠陥の修正には、フォトマスクの表面にFIB(Focused Ion Beam:集束イオンビーム)を照射して欠陥部をスパッタエッチングする方法が一般的に用いられており、白点欠陥の修正には、レーザCVD法やイオンビームCVD法を用いて欠陥部に薄膜を堆積する方法が一般的に用いられている。なお、フォトマスクの欠陥修正技術については、特公昭63-62733号公報などに記載がある。

ところで、上記FIBを用いた黒点欠陥の修正方法は、フォトマスクに高エネルギーのイオンが打込まれるため、欠陥修正後、修正箇所のガラス基板内にイオンソース金属が残留してフォトマスクの光透過率を低下させるという欠点がある。そこで従来は、欠陥修正後、エッチング装置を使ってフォトマスクの表面をプラズマエッチングし、ガラス基板内の残留イオンソース金属を除去することによって光透過率を回復させていた。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、欠陥修正時にガラス基板内に打

込まれたイオンソース金属をプラズマエッチングにより除去する前記従来技術は、欠陥修正後にフォトマスクをエッチング装置に搬送してプラズマエッチングを行うため、欠陥修正工程のスループットが低下するという問題がある。また、FIBを用いたスパッタエッチングで形成されたガラス基板の表面の段差は、プラズマエッチングでは、除去が充分にはなされないという問題がある。

本発明の目的は、パターン欠陥修正のスループットを向上させる技術を提供することにある。

本発明の他の目的は、パターン欠陥修正の精度を向上させる技術を提供することにある。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

(課題を解決するための手段)

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

本願の一発明は、所定のパターンを形成した試

料の表面に集束イオンビームを照射してパターンの修正を行い、下地基板をエッチングする直前に上記集束イオンビームの加速電圧を下げるとともに試料の表面に反応ガスを供給し、上記集束イオンビームの照射により活性化された反応ガスを用いて上記修正箇所の下地基板表面をエッチングするパターン修正方法である。

(作用)

上記した手段によれば、低加速電圧の集束イオンビームで活性化した反応ガスを用いて修正箇所の下地基板表面を化学的にエッチングすることにより、下地基板の表面を荒らすことなくイオンソース金属を除去することができる。

また、パターン修正後、試料を移動することなく連続してイオンソース打込み金属を除去することにより、パターン修正とイオンソース金属の除去との一貫処理を行うことができる。

以下、実施例により本発明を説明する。

(実施例)

第1図は、本実施例による集束イオンビーム装

置の要部を示す図である。

集束イオンビーム装置1は、真空室2および予備排気室3からなる。上記真空室2、予備排気室3のそれぞれには、室内を排気するための真空ポンプ4a、4bが接続されている。真空室2の下部には、水平面内で移動自在なXYテーブル5が設けられている。上記XYテーブル5上には、フォトマスク(試料)6を載せた載物台7が載置される。

第2図および第3図に示すように、上記フォトマスク6は、1.47程度の屈折率を有する透明な石英のガラス基板からなり、その主面には膜厚500~1500Å程度、線幅0.5~0.8μm程度の微細なパターン8が設けられている。半導体ウエハ上に転写される集積回路パターンを構成する上記パターン8は、上記ガラス基板の主面に蒸着したCr(クロム)などの金属膜を電子線描画法により加工して形成したものである。上記パターン8は露光の際に遮光領域となり、他の領域は光透過領域となる。ここで、上記フォトマスク6は

光透過領域の一部にピンポイント状の黒点欠陥9を有しているものとする。

上記フォトリソマスク6を載置するXYテーブル5の上面近傍には、フォトリソマスク6の表面に反応ガスを供給する反応ガス供給ノズル10と、フォトリソマスク6の表面から発生する二次イオンを捕捉してエッチングの終点を検出する二次イオンディテクタ11とがそれぞれ配置されている。上記反応ガス供給ノズル10の他端側は、集束イオンビーム装置1外部のガスポンプ12に接続されている。上記ガスポンプ12には、CF<sub>4</sub>、またはCHF<sub>3</sub>などのフッ化炭素系ガスが充填されている。

真空室2の上部には、円筒形のイオンビームカメラ13が設けられている。上記イオンビームカメラ13の最上部には、イオンビーム源であるイオン銃14が配置されている。上記イオン銃14からは、Ga（ガリウム）などの金属イオンが放射される。イオン銃14の下方には、上記金属イオンに所定の加速電圧を印加する引出し電極15が配置されている。上記引出し電極15には、高

加速電圧16と低加速電圧17とがそれぞれ接続されており、加速電圧変換スイッチ18を切換えることにより、引出し電極15を通過するイオンビーム1には高加速電圧（例えば25keV）または低加速電圧（例えば15keV）のいずれかが印加される。

上記引出し電極15の下方には、ビームアパーチャ19が配置されている。上記ビームアパーチャ19の下方には、イオンビーム1のビーム径を制御するビーム偏向コイル20が配置されている。上記ビーム偏向コイル20には、一対のビーム絞り制御回路21、22が接続されており、ビーム径変換スイッチ23を切換えることにより、XYテーブル5上のフォトリソマスク6の表面に照射されるイオンビーム1のビーム径が拡大または縮小する。なお、上記ビーム径変換スイッチ23の切換えタイミング、加速電圧変換スイッチ18の切換えタイミング、二次イオンディテクタ12により出力される終点検出信号、ガスポンプ12から供給される反応ガスの流量制御などは、コン

トロール部24により集中管理される。

次に、上記集束イオンビーム装置1を用いたフォトリソマスク欠陥修正方法を第1図、第4図および第5図を用いて説明する。

まず、集束イオンビーム装置1の予備排気室3の蓋25を開き、欠陥修正を行うフォトリソマスク6をステージ28上の載物台7に載せた後、蓋25を閉じる。次に、バルブ27a、27bを開き、真空ポンプ4a、4bを使って真空室2および予備排気室3が所定の真空度（例えば $1 \sim 2 \times 10^{-11}$  Torr）になるまで排気する。続いてフォトリソマスク6を載せた載物台7をゲートバルブ28を通じて真空室2に搬送し、XYテーブル5上に載せる。

次に、イオンビーム1を25keVの高加速電圧で加速し、そのビーム径を $0.2 \mu\text{m}$ 以下に絞ってフォトリソマスク6の黒点欠陥9に照射し、スパッタエッチングにより上記黒点欠陥9を取り除く。このとき、第4図に示すように、修正箇所のガラス基板内には、表面から100～200Å程度の

深さにわたってイオンソース金属（Ga）が打ち込まれるため、上記修正箇所のガラス基板の光透過率は、他の光透過領域に比べて85～96%程度まで低下する。

次に、二次イオンディテクタ12の終点検出信号によって黒点欠陥9の除去を検出したコントロール部24により、加速電圧変換スイッチ18およびビーム径変換スイッチ23が切り換えられ、イオンビーム1の加速電圧が15keVまで低下するとともに、ビーム径が拡大される。続いてコントロール部24からの信号によってガスポンプ12のバルブ27cが開放され、反応ガス供給ノズル10を通じてフォトリソマスク6の表面に反応ガスが供給される。上記反応ガスは、CF<sub>4</sub>、またはCHF<sub>3</sub>などのフッ化炭素系ガスからなり、その流量は、例えば真空室2の真空度が $2 \sim 3 \times 10^{-11}$  Torrになる程度である。

フォトリソマスク6の表面に供給された上記反応ガスは、イオンビーム1のエネルギーによって活性化され、これにより修正箇所のガラス基板が化

学的に選択エッチングされ、イオンソース金属 (Ga) が除去される (第5図)。このとき、イオンビーム1<sub>1</sub>には低加速電圧 (15 keV) が印加されており、ガラス基板の表面を物理的にエッチングすることはないので、ガラス基板の表面が荒れることはない。また、ビーム径を拡大し、修正箇所近傍での反応ガスとイオンビーム1<sub>1</sub>との接触面積を大きくし、反応ガスを活性化したことにより、エッチングの選択性が向上するとともに、ガラス基板の表面の荒れが防止される。

以上の構成からなる本実施例のフォトリソグラフィ欠陥修正方法によれば、下記のような作用、効果を得ることができる。

(1). イオンビーム1<sub>1</sub>によるガラス基板の物理的エッチングを防ぐためにイオンビーム1<sub>1</sub>の加速電圧を下げ、このイオンビーム1<sub>1</sub>の照射によって活性化された反応ガスを用いて修正箇所のガラス基板を化学的にエッチングすることにより、ガラス基板の表面を荒らすことなくイオンソース金属 (Ga) を除去することができる。これにより、

前記実施例では、黒点欠陥の修正に適用した場合について説明したが、例えばレーザCVD法を用いて白点欠陥を修正する際、ガラス基板上に堆積した余分の薄膜を除去する場合にも適用することができる。

以上の説明では、主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野であるフォトリソグラフィの欠陥修正に適用した場合について説明したが、本発明はそれに限定されるものではなく、例えば印刷配線板や液晶パネルなどのパターン欠陥修正に適用することもできる。

#### (発明の効果)

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

(1). 本発明のパターン修正方法によれば、パターン修正によって低下した試料の光透過率を確実に回復させることができるので、パターン修正の信頼度が向上する。

(2). 本発明のパターン修正方法によれば、パター

パターン修正によって低下した光透過率を確実に回復させることができるので、パターン欠陥修正の精度が向上する。

(2). 上記(1)により、光透過率の低下に起因する転写時のパターン不良 (配線の断線や短絡などの原因となる) を防止することができるので、半導体集積回路装置の製造歩留りが向上する。

(3). 黒点欠陥9の修正と、その後のイオンソース金属 (Ga) の除去とを真空室2内で一貫して行うことができるので、パターン修正工程のスループットが向上する。

以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

前記実施例では、反応ガスにフッ化炭素系ガスを用いたが、イオンビームの照射によってガラスエッチング能が賦与されるガスであれば、任意のものを使用することができる。

ン修正とイオンソース金属の除去とを一貫して行うことができるので、パターン修正のスループットが向上する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例である集束イオンビーム装置の要部を示す図、

第2図は、フォトリソグラフィの要部断面図、

第3図は、フォトリソグラフィの要部平面図、

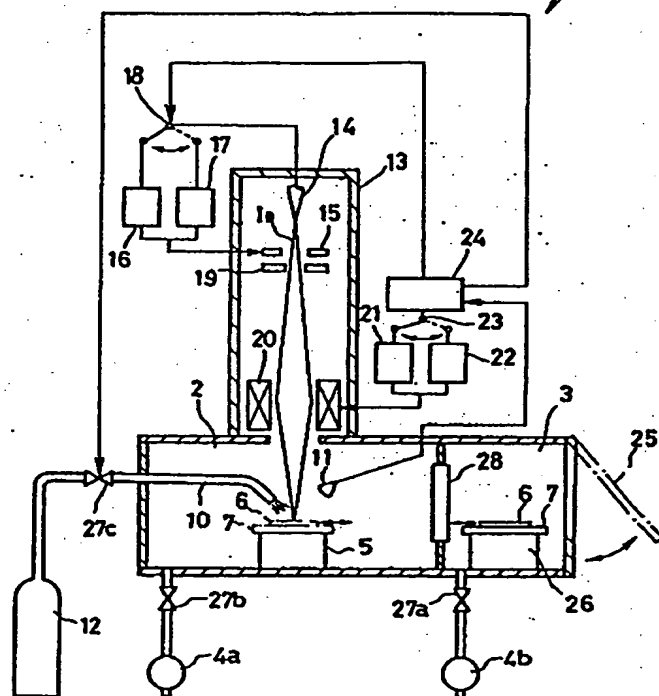
第4図および第5図は、フォトリソグラフィ欠陥修正方法を示すフォトリソグラフィの要部断面図である。

1・・・集束イオンビーム装置、2・・・真空室、3・・・予備排気室、4a、4b・・・真空ポンプ、5・・・XYテーブル、6・・・フォトリソマスク (試料)、7・・・載物台、8・・・パターン、9・・・黒点欠陥、10・・・反応ガス供給ノズル、11・・・二次イオンディテクタ、12・・・ガスポンプ、13・・・イオンビームカラム、14・・・イオン銃、15・・・引出し電極、16・・・高加速電源、17・・・低加速電源、18・・・加速電圧変換スイッチ、19・・・

・ビームアパーチャ、20・・・ビーム偏向コイル、21、22・・・ビーム絞り制御回路、23・・・ビーム径変換スイッチ、24・・・コントロール部、25・・・蓋、26・・・ステージ、27a、27b、27c・・・バルブ、28・・・ゲートバルブ。

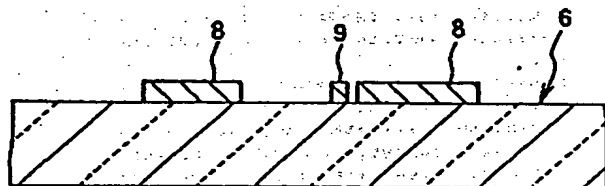
代理人 弁理士 筒井大和

第1図



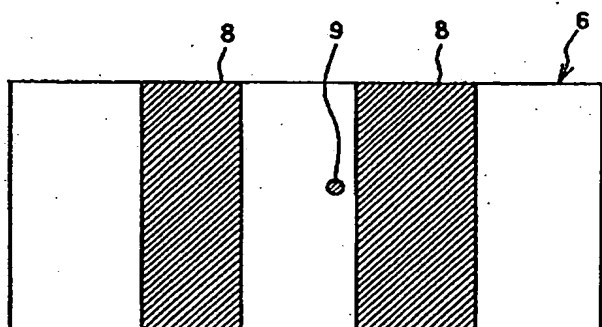
1: 電子イオンビーム装置  
6: フォトマスク  
10: 反応ガス供給ノズル  
18: 加速電圧変換スイッチ

第2図

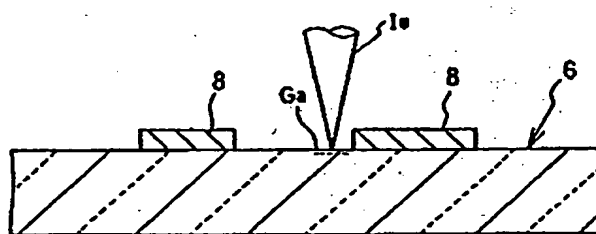


8: パターン  
9: 黒点欠陥

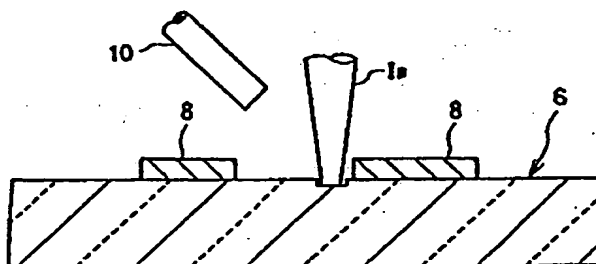
第3図



第4図



第5図



【発行日】平成11年（1999）4月20日

【国際特許分類第6版】

21/3065

502 W

平成 2 年 9 月 19 日

千四二 年 特濟期 第 2 8 0 0 5 0 号

名 簿 (510) 株式会社 日立製作所

元 名 國外國際特許事務所 (電話 3354-1757)  
(8000) 奔里士 河 井 大 和

8. 補正対象項目名 補正の名称、修正要求の範囲、  
発明の詳細な説明

「本図の一見明は、ファトマス屋敷以上に形成された日陰パターンを不要なパターン領域に第1の加減圧で加減された第1の気流イオンビームを照射して、不要なパターンを除去する工程と、減圧不要なパターンが除去された領域に反応ガスを供給すると共に、前記第1の加減圧日より低い第2の加減圧で加減された第2の気流イオンビームを照射して、前記不要なパターンが除去された領域の前記減圧をエッチングする工程とを含むパターン形成方法である。」

（以上）

3. 特許請求の範囲

1. 基板上の金属を含む層が形成された領域に第1の加熱電圧で加熱された第1の陰極イオンビームを照射して、前記金属を含む層の一部を除去する工程と、前記金属を含む層が除去された領域に反応ガスを供給すると共に、前記第1の加熱電圧と異なる第2の加熱電圧で加熱された第2の陰極イオンビームを照射して、前記金属を含む層が除去された領域の前記基板をエッチングする工程とを含むことを特徴とする被加工物の加工方法。
2. 前記第2の加熱電圧は、前記第1の加熱電圧よりも低いことを特徴とする被加工物の加工方法。
3. 前記第2の陰極イオンビームの強度を前記第1の陰極イオンビームの強度よりも低くすることを特徴とする被加工物の加工方法。
4. ガラス基板上の導体層が形成された領域に第1の加熱電圧で加熱されたイオンを照射して、前記導体層の一部を除去する工程と、前記導体層が除去された領域に反応ガスを供給すると共に、前記第1の加熱電圧よりも低い第2の加熱電圧で加熱された第2の陰極イオンを照射することにより、前記導体層が除去された領域の前記ガラス基板をエッチングする工程とを含むことを特徴とする被加工物の加工方法。
5. 前記イオンは、ガリウムイオンを含む陰極イオンビームであり、前記反応ガスは、フッ素系反応ガスであることを特徴とする被加工物の加工方法。
6. 半導体装置の製造の製造に用いられるフォトリソグラフィ装置またはレジスタ形成装置に形成された図案パターンを不活性パターン領域に第1の加熱電圧で加熱された第1の陰極イオンビームを照射して、不活性パターンを除去する工程と、前記不活性パターンが除去された領域に反応ガスを供給すると共に、前記第1の加熱電圧よりも低い第2の加熱電圧で加熱された第2の陰極イオンビームを照射して、前記基板をエッチングする工程とを含むことを特徴とするパターニング方法。

(以上)